

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	10 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	10 семестр - 32 часа;
Практические занятия	10 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	10 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Эксперимент Семинар	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	10 семестр - 0,3 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бузыкканов С.Н.
	Идентификатор	R7bd62412-BuzykanovSN-91ba533

С.Н. Бузыкканов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

Р.С. Куликов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ современных методов построения систем искусственного интеллекта в цифровых системах обработки

Задачи дисциплины

- освоение математических основ искусственного интеллекта;
- изучение основных типов нейронных сетей и разновидностей их слоев;
- овладение анализом результатов работы нейронных сетей и понимание методов их настройки;
- понимание основ построения архитектуры нейронных сетей для конкретных задач обработки.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-1 _{ПК-1} Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов	знать: - типы и особенности различных слоев при построении нейронных сетей; - современные архитектуры нейронных сетей при решении различных задач обработки; - основы практических методов реализации нейронных сетей на основе различных вычислительных устройств; - методы тренировки нейронных сетей, виды функции потерь и особенности их применения. уметь: - трактовать полученные результаты и вносить изменения в архитектуру и гиперпараметры нейронных сетей; - строить оптимальную функцию потерь; - сопоставлять задачу и возможные варианты построения нейронных сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиоэлектронные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Разновидности ИИ (искусственного интеллекта) ML (machine learning)
- знать Сферы применения ИИ и их особенности
- знать Достоинства и недостатки машинных методов обучения
- уметь Формулировать задачу и находить методы решения проблемы
- уметь Определять оптимальную функцию потерь для заданной задачи
- уметь Подбирать гиперпараметры систем адаптации

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными	24	10	10	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 86-123 [5], стр. 56-101</p>
1.1	Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными	24		10	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Системы глубокого обучения	31		10	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
2.1	Системы глубокого обучения	31		10	-	6	-	-	-	-	-	15	-	

													профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Системы глубокого обучения" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 2-20 [4], стр. 11-48 [6], стр. 194-220
3	Обучение с подкреплением	35	12	-	6	-	-	-	-	-	17	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Обучение с подкреплением" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Обучение с подкреплением" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 267-51
3.1	Обучение с подкреплением	35	12	-	6	-	-	-	-	-	17	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Обучение с подкреплением" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Обучение с подкреплением" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 267-51
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными

1.1. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными

Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением. Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN). Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Тренировочная, валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками. Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация. Методы оптимизации. Оптимизация на выпуклой и невыпуклой поверхности. Методы оптимизации первого и второго порядка. Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN). Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Тренировочная, валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками. Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация. Линейные модели для классификации. Перцептрон, логистическая регрессия, полносвязные нейронные сети, стохастический градиентный спуск и обратное распространение градиента. Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев. Критерии разделения узла: информационный выигрыш, критерий Джини. Ансамбли решающих деревьев: случайный лес, градиентный бустинг. Метод опорных векторов. Наивный байесовский классификатор. Методы безградиентной оптимизации: случайный поиск, hill climb, отжиг, генетический алгоритм.

2. Системы глубокого обучения

2.1. Системы глубокого обучения

Нейронные сети. Функции ошибки нейронных сетей и обучение с помощью обратного распространения градиента. Понятие батча и эпохи. Программное обеспечение для работы с нейронными сетями. Понятие тензора. Tensorflow. PyTorch. Работа с изображениями с помощью нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Операции свертка, max-pooling. Популярные архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, Inception (GoogLeNet), ResNet. Классификация изображений, детектирование и сегментация. Трансферное обучение. Методы аугментации. Генеративные сети. Использование GAN для повышения качества изображений и обучения без учителя. Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста и методы токенизации. Рекуррентные нейронные сети RNN, LSTM, GRU. Механизмы attention, Трансформеры, BERT, GPT. Обучение на графах. Построение рекомендательных сетей. Генеративные сети. Использование GAN для повышения качества изображений и обучения без учителя. Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста и методы токенизации. Рекуррентные нейронные сети RNN, LSTM, GRU. Механизмы attention, Трансформеры, BERT, GPT. Обучение на графах. Построение рекомендательных сетей.

3. Обучение с подкреплением

3.1. Обучение с подкреплением

Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Q-function). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение.. Глубокое обучение с подкреплением. Q-Networks, Actor-critic..

3.3. Темы практических занятий

1. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE.;
2. Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев.;
3. Классификация изображений, детектирование и сегментация.;
4. Реализация полносвязной нейронной сети;
5. Реализация сверточной сети;
6. Понятия агента, среды, состояния, действий и награды;
7. Q-Learning;
8. Actor-critic.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы глубокого обучения"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обучение с подкреплением"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
методы тренировки нейронных сетей, виды функции потерь и особенности их применения	ИД-1ПК-1			+	Эксперимент/Реализация сверточной сети
основы практических методов реализации нейронных сетей на основе различных вычислительных устройств	ИД-1ПК-1		+		Семинар/Освоение существующих Framework для построения нейронных сетей
современные архитектуры нейронных сетей при решении различных задач обработки	ИД-1ПК-1	+			Эксперимент/"Реализация метода k-ближайших соседей и k-средних"
типы и особенности различных слоев при построении нейронных сетей	ИД-1ПК-1		+		Эксперимент/Реализация полносвязной нейронной сети
Уметь:					
сопоставлять задачу и возможные варианты построения нейронных сетей	ИД-1ПК-1	+			Эксперимент/Метод решающих деревьев
строить оптимальную функцию потерь	ИД-1ПК-1		+		Семинар/Освоение существующих Framework для построения нейронных сетей Эксперимент/Реализация полносвязной нейронной сети
трактовать полученные результаты и вносить изменения в архитектуру и гиперпараметры нейронных сетей	ИД-1ПК-1			+	Эксперимент/Реализация сверточной сети

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

10 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Метод решающих деревьев (Эксперимент)
2. Реализация сверточной сети (Эксперимент)

Форма реализации: Проверка задания

1. "Реализация метода k-ближайших соседей и k-средних" (Эксперимент)

Форма реализации: Устная форма

1. Освоение существующих Framework для построения нейронных сетей (Семинар)
2. Реализация полносвязной нейронной сети (Эксперимент)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №10)

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основании семестровой и зачетной составляющих по правилам, закрепленным в БАРС

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2010 . – 496 с. - ISBN 978-5-9912-0082-0 .;
2. Кораблева Н. П., Божок А. А., Жолтиков В. В., Некрасов А. А., Григорян А. Г., Побережная А. В., Галиев И. А.- "Аугментационная мастопексия", Издательство: "СПбГПМУ", Санкт-Петербург, 2019 - (24 с.)
<https://e.lanbook.com/book/174505>;
3. Д. К. Цатурян- "Аргументация данных для задач рекомендательных систем с помощью генеративно-состязательных сетей (GAN)", Издательство: "б.и.", Ереван, 2020 - (23 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595618>;
4. В. А. Кралин- "Возможности использования сверточных нейронных сетей с глубоким обучением для ускорения процессов сегментации криогенных электронных томограмм", Издательство: "б.и.", Москва, 2020 - (64 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597141>;
5. Алпайдин, Э. Машинное обучение: новый искусственный интеллект : пер. с англ. / Э. Алпайдин . – М. : Альпина Паблишер : Точка, 2017 . – 208 с. – (Завтра это будут знать все) . - ISBN 978-5-9614-6114-5 .;

6. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А.- "Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018 - (358 с.)
<https://e.lanbook.com/book/105836>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Acrobat Reader;
2. Python;
3. Libre Office;
4. ОС Linux;
5. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-400/5, Лаборатория «Системы передачи информации»	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, указка, стенд лабораторный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-400/3, Консультационный зал каф. "РТС"	стол, стул, шкаф для документов, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-400/9, Прочее каф. "РТС"	стеллаж для хранения книг, стул, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы искусственного интеллекта в радиотехнических системах

(название дисциплины)

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 "Реализация метода k-ближайших соседей и k-средних" (Эксперимент)
- КМ-2 Метод решающих деревьев (Эксперимент)
- КМ-3 Освоение существующих Framework для построения нейронных сетей (Семинар)
- КМ-4 Реализация полносвязной нейронной сети (Эксперимент)
- КМ-5 Реализация сверточной сети (Эксперимент)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	15
1	Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными						
1.1	Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными		+	+			
2	Системы глубокого обучения						
2.1	Системы глубокого обучения				+	+	
3	Обучение с подкреплением						
3.1	Обучение с подкреплением						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20